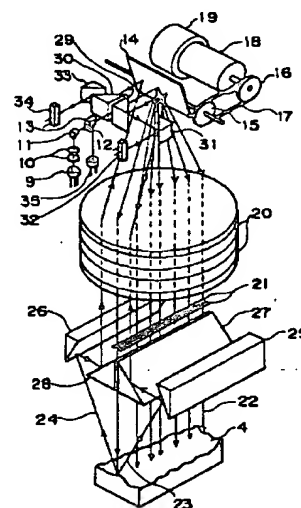


(54) SURFACE SHAPE MEASURING ICE  
 (11) 5-322529 (A) (43) 7.12.1993 JP  
 (21) Appl. No. 4-127119 (22) 20.5.1992  
 (71) HITACHI LTD(1) (72) SATORU TAKAHASHI  
 (51) Int. Cl.<sup>5</sup>. G01B11/24

**PURPOSE:** To reduce generation of dead angle when measuring the surface shape of an object.

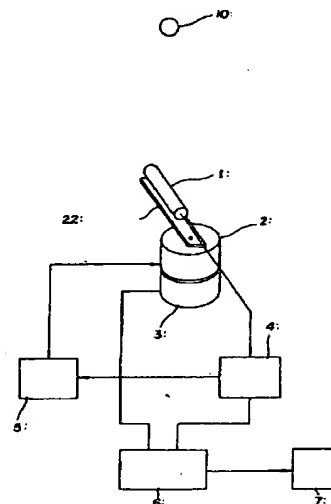
**CONSTITUTION:** Laser beams are generated by a semiconductor laser 9, are applied to a rotary mirror 14 through a collimator lens 10 and a pin hole 12, and then the laser beams which are subjected to one-dimensional scanning by the rotary mirror 14 are projected vertically onto an object to be measured via an achromat lens 20 and a diaphragm 21. Both reflection lights for the projection light are led to the achromatic lens 20 by two optical systems which consist of plane mirrors 25 and 27 and plane mirrors 26 and 28, each reflection light is focused on the rotary mirror 14, and then the images of the reflection lights are formed at PSDs 32 and 34 via the plane mirrors 29 and 31 and the plane mirrors 30 and 33, respectively.



(54) THREE-DIMENSIONAL POSITION MEASURING DEVICE  
 (11) 5-322530 (A) (43) 7.12.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 4-127213 (22) 20.5.1992  
 (71) MITSUBISHI HEAVY IND LTD (72) HIROYUKI NAKAYAMA(1)  
 (51) Int. Cl.<sup>5</sup>. G01B11/24, G01B11/00

**PURPOSE:** To obtain three-dimensional coordinates accurately with simple device configuration and calibration operation.

**CONSTITUTION:** One television camera 1 which is rotated by a rotary mechanism 2 picks up the images of an object 10, etc., each time when it reaches a specified rotary angle. The rotary angle of the television camera 1 is detected by an angle detector 4. An image coordinate detector 4 detects the position of the object 10 on the image by receiving the output of the television camera 1. A coordinate operator 6 calculates the three-dimensional coordinates of the object 10 according to the rotary angle of the television camera 1 at the time of image pick-up and the position of the object 1 on each image.

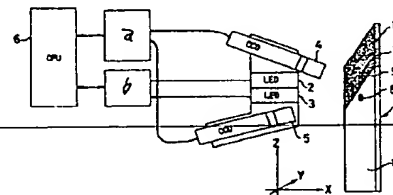


3: angle detector, 5: drive circuit, 7: display, 22: mounting tool

(54) THREE-DIMENSIONAL SHAPE MEASURING DEVICE OF OBJECT  
 (11) 5-322531 (A) (43) 7.12.1993 (19) JP  
 (21) Appl. No. 4-130538 (22) 22.5.1992  
 (71) TOSHIO FUKUDA(1) (72) TOSHIO FUKUDA(2)  
 (51) Int. Cl.<sup>5</sup>. G01B11/24, G01C3/06, G06F15/62

**PURPOSE:** To measure the shape of a three-dimensional object readily and accurately by measuring the three-dimensional shape of an object to be measured based on the distance information which is detected in time series according to scanning by a sensor part traveling means.

**CONSTITUTION:** The title device is provided with two LED sensors 2 and 3 and two CCD cameras 4 and 5 (visual sensors) but should be described as one set when the angle around Y axis is constant. An optical distance sensor (LED sensor) 2 receives reflection light from a spot light image 7 which is projected on an object 1 to be measured and then detects a distance  $L_i$  for an apparent measurement point within the spot light image. Also, the CCD camera 4 is separated in the direction perpendicular crossing the direction which opposes the measurement point when the distance  $L_i$  is detected by a distance  $Z_0$  and detects an angle  $\theta$  which is formed by the gravity position of the light image 7 which is detected by the distance sensor 2 and the distance sensor 2. A CPU 6 calculates actual distance between the sensor and the measurement point according to the detection information and then moves the sensor part for scanning the object 1 three-dimensionally, thus measuring the three-dimensional shape of the object 1 based on distance information which is detected in time series.



a: frame memory, b: A/B board

(19)日本国特許庁(J P)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-322529

(43)公開日 平成5年(1993)12月7日

(51)Int.Cl.<sup>5</sup>

G 0 1 B 11/24

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

C 9108-2F

J 9108-2F

審査請求 未請求 請求項の数5(全 4 頁)

(21)出願番号 特願平4-127119

(22)出願日 平成4年(1992)5月20日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(71)出願人 000100997

アキタ電子株式会社

秋田県南秋田郡天王町天王字長沼64

(72)発明者 高橋 悟

秋田県南秋田郡天王町字長沼64 アキタ電子株式会社内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

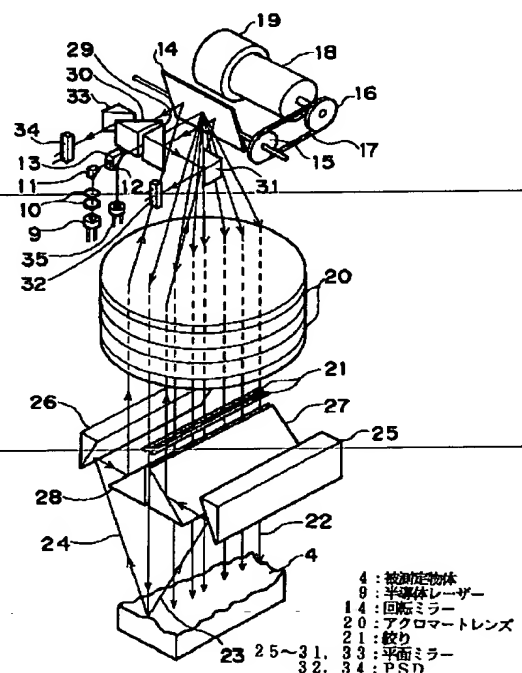
(54)【発明の名称】 表面形状測定装置

(57)【要約】

【目的】 物体の表面形状測定における死角の発生を低減できるようにする。

【構成】 半導体レーザー9によってレーザー光を発生し、これをコリメートレンズ10及びピンホール12を経て回転ミラー14へ入光させ、この回転ミラー14で一次元走査されたレーザービームをアクロマートレンズ20及び絞り21を介して被測定物体上へ垂直に投光し、この投光に対する2つの反射光の各々を平面ミラー25、27及び平面ミラー26、28からなる2つの光学系によりアクロマートレンズ20へ導き、各反射光を回転ミラー14へ合焦させ、その反射光の各々を平面ミラー29、31及び平面ミラー30、33を経由してPSD32、34に結像させる。

図1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 レーザー光を発生する光源と、該光源からのレーザー光に対し回転に応じた一次元の走査を行う回転ミラーと、該回転ミラーの反射点を焦点位置にして前記回転ミラーの反射光を被測定物体上へ垂直に投光する光学レンズと、個別に光路を形成して前記被測定物体からの2系統の反射光を前記光学レンズへ導く光学系と、該光学系及び前記光学レンズを介し更に前記回転ミラーで反射させて得られた2つの反射光の各々が個別に入光される2つの検出素子とを具備することを特徴とする表面形状測定装置。

【請求項2】 前記光学レンズは、前記回転ミラーの反射点を焦点位置とする凸レンズであることを特徴とする請求項1記載の表面形状測定装置。

【請求項3】 前記光学系は、各系統に対し2つの平面ミラーを組み合わせて構成されることを特徴とする請求項1記載の表面形状測定装置。

【請求項4】 前記光学レンズと前記被測定物体との間にスリット状の絞りを設けることを特徴とする請求項1記載の表面形状測定装置。

【請求項5】 前記検出素子は、位置検出素子（PSD）であることを特徴とする請求項1記載の表面形状測定装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、物体の表面形状を測定する技術、特に、非接触で被測定物体の表面変位を測定するために用いて効果のある技術に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】 被測定物体の表面形状、例えば表面変位を測定する装置として、三角測量の原理を応用した表面変位測定装置がある。

【0003】 図2は従来の表面変位測定装置の一例を示す光学系統図である。

【0004】 レーザー光を発生する半導体レーザー1（光源）の出射光路上には、レーザービームを作るコリメートレンズ2が配設され、このコリメートレンズ2の出射光路上に合焦レンズ3が配設されている。この合焦レンズ3の焦点位置に被測定物体4が配設されている。この場合、被測定物体4の表面と合焦レンズ3との成す角は直角である。

【0005】 合焦レンズ3からの入射光5に対し、角度 $\theta$ で被測定物体4の表面から反射する反射光6の光路上には、集光レンズ7が配設され、その焦点位置に位置検出素子（PSD：Position Sensitive Detector、入射スポット光の位置に比例したアナログ信号を出力する半導体光センサ）8が配設されている。

【0006】 このような構成の表面変位測定装置において表面変位を測定する場合、まず、半導体レーザー1及びコリメートレンズ2によってレーザービームを生成

し、このレーザービームを被測定物体4の表面に垂直方向から投光する。この投光ビームに対して生じる反射光6は、集光レンズ7によって検出素子としての位置検出素子8に結像される。被測定物体4の厚みに変位が無ければ、位置検出素子8上の結像点是不動であるが、厚みに変位がある場合、その変位に応じて結像点が移動する。この結像点の移動量 $\Delta x$ から三角測量の原理で変位（形状）を測定することができる。

## 【0007】

10 【発明が解決しようとする課題】 本発明者の検討によれば、上記のようにレーザービームを用いて三角測量方式により表面形状を測定する技術は、レーザービームを被測定物体に対して垂直に投下し、その反射光を斜め方向から集光して位置検出素子に結像させている。このため、被測定物体表面に急峻な凹凸が有る場合、検出素子とエッジの位置関係が不適当なときに反射光が遮られ、集光レンズまで反射光が到達しない（すなわち、死角の発生）ことがあり、測定不能を生じるという問題がある。

20 【0008】 そこで、本発明の目的は、死角の発生を低減できるようにする技術を提供することにある。

【0009】 本発明の前記ならびにその他の目的と新規な特徴は、本明細書の記述及び添付図面から明らかになるであろう。

## 【0010】

【課題を解決するための手段】 本願において開示される発明のうち、代表的なものの概要を簡単に説明すれば、以下の通りである。

30 【0011】 すなわち、レーザー光を発生する光源と、該光源からのレーザー光に対し回転に応じた一次元の走査を行う回転ミラーと、該回転ミラーの反射点を焦点位置にして前記回転ミラーの反射光を被測定物体上へ垂直に投光する光学レンズと、個別に光路を形成して前記被測定物体からの2系統の反射光を前記光学レンズへ導く光学系と、該光学系及び前記光学レンズを介し更に前記回転ミラーで反射させて得られた2つの反射光の各々が個別に入光される2つの検出素子とを設けるようにしている。

## 【0012】

40 【作用】 上記した手段によれば、回転ミラーで一次元走査したレーザービームを光学レンズを介して垂直方向から被測定物体へ投光し、これによって生じる2つの反射光の各々を前記光学レンズに個別に導き、さらに前記回転ミラーへ入光させ、その反射光の各々を検出素子の各々に結像させる。これにより、一方の検出系が障害物などにより遮られても他方の検出系で検出できるので、死角を生じさせることがない。

## 【0013】

50 【実施例】 図-1は本発明による表面形状測定装置の一実施例を示す斜視図である。

【0014】レーザー光を発生するレーザー光源としての半導体レーザー9の出射光路上には、レーザービームを作るコリメートレンズ10が配設され、このコリメートレンズ10の出射光路上に平面ミラー11が配設されている。平面ミラー11の出射光路上には、平面ミラー11からのレーザービームを微小径のピンホール12を有し、この光軸に対し45°の反射鏡面（ただし、平面ミラー11からの光に対してはハーフミラーとして機能する）を有する平面ミラー13が設置されている。さらに、平面ミラー13の出射光路上には、回転ミラー14が配設され、その回転に応じて反射光が回転する。

【0015】回転ミラー14の回転軸の一方には凸レンズとしてのプリー15が取り付けられ、同一平面上に所定の距離を隔ててプリー16が配設され、プリー15とプリー16の間にタイミングベルト17が架設されている。プリー16の回転軸はDC（直流）モータ18の回転軸であり、その他端には回転量を検出するエンコーダ19が取り付けられている。

【0016】回転ミラー14の出射光路上にはアクロマートレンズ20が配設され、その出射光路上にはスリット状（開口は回転ミラー14の走査方向に向けられている）の絞り21が設けられ、この絞り21からの投下光22が被測定物体4（ターゲット）に照射される。

【0017】投下光22に対し、その投下光軸の両側に同角度で2つの反射光23及び反射光24が生じる。反射光23の光路上には平面ミラー25が配設され、入射光を水平方向へ反射させる。また、反射光24の光路上には平面ミラー26が配設され、同様に入射光を水平方向へ反射させる。さらに、平面ミラー25の反射光路上には平面ミラー27（平面ミラー25とで第1の光学系を形成）が配設され、その反射光路上にアクロマートレンズ20が位置している。同様に、平面ミラー26の反射光路上には平面ミラー28（平面ミラー26とで第2の光学系を形成）が配設され、その反射光路上にアクロマートレンズ20が位置している。

【0018】平面ミラー27からの反射光に対する回転ミラー14の反射光路上には、平面ミラー29が配設され、入射光を直角方向へ反射させる。また、平面ミラー28からの反射光に対しては平面ミラー30が配設され、同様に入射光を直角方向へ反射させる。平面ミラー29の反射光路上には平面ミラー31が配設され、その反射光路上に検出素子としてのPSD32が配設されている。一方、平面ミラー30の反射光路上には平面ミラー33が配設され、その反射光路上に検出素子としてのPSD34が配設されている。さらに、平面ミラー13の反射光路上には、フォトトランジスタ35が配設され、回転ミラー14が基準位置に到達（回転）したか否かを検出する。

【0019】次に、以上の構成による実施例の動作について説明する。

【0020】半導体レーザー9及びコリメートレンズ10によって生成されたレーザービームは、平面ミラー11によって水平方向に光路を変えられた後、ピンホール12を通り、さらに平面ミラー13を通過して回転ミラー14の軸部に入射される。

【0021】回転ミラー14はDCモータ18を駆動源として一定速度で回転しており、回転角度に応じた出射角度で平面ミラー13からのレーザービームを反射、すなわち一次元の走査が行われる。

10 【0022】回転ミラー14による走査レーザービームは、アクロマートレンズ20に入射され、平行光にされた投下光22が絞り21を通して被測定物体4に表面に照射される。例えば、回転ミラー14が図の反時計方向へ回転する場合、被測定物体4に対する走査は、図の左側から右側へ向けて行われる。したがって、投下光22の水平移動とともに反射光23、24も移動する。

20 【0023】反射光23は平面ミラー25及び平面ミラー27を順次反射してアクロマートレンズ20に向かう光に変えられ、その焦点位置である回転ミラー14の軸心部に入光する。このとき、回転ミラー14からの反射光は平面ミラー11からの光と平行（ただし、逆向き）になって平面ミラー29へ入光し、この平面ミラー29で反射してPSD32に結像する。この結像点のPSD32上での変位は、被測定物体4の表面の変位であるので、結像点の移動量 $\Delta x$ から三角測量の原理で変位を測定することができる。

30 【0024】同様に、反射光24は平面ミラー26及び平面ミラー28を順次反射してアクロマートレンズ20に向かう光に変えられ、その焦点位置である回転ミラー14の軸心部に入光する。このとき、回転ミラー14からの反射光は平面ミラー11からの光と平行（ただし、逆向き）にされて平面ミラー33へ入光し、この平面ミラー33で反射ののちPSD34に結像する。そしてPSD32の場合と同様に、結像点の移動量 $\Delta x$ から変位を測定する。

【0025】以上、本発明者によってなされた発明を実施例に基づき具体的に説明したが、本発明は前記実施例に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変更可能であることは言うまでもない。

40 【0026】なお、上記実施例においては、レーザー光源として半導体レーザーを用いるものとしたが、気体レーザー（例えば、He-Ne）を用いることもできる。

【0027】また、平面鏡による回転ミラー14を用いるものとしたが、これに代えて多面鏡（ポリゴンミラー）を用いることもできる。

【0028】さらに、PSD32、34に代えてCCD（電荷結合素子）を用いることもできる。

【0029】

50 【発明の効果】本願において開示される発明のうち、代表的なものによって得られる効果を簡単に説明すれば、

下記の通りである。

【0030】すなわち、レーザー光を発生する光源と、該光源からのレーザー光に対し回転に応じた一次元の走査を行う回転ミラーと、該回転ミラーの反射点を焦点位置にして前記回転ミラーの反射光を被測定物体上へ垂直に投光する光学レンズと、個別に光路を形成して前記被測定物体からの2系統の反射光を前記光学レンズへ導く光学系と、該光学系及び前記光学レンズを介し更に前記回転ミラーで反射させて得られた2つの反射光の各々が個別に入光される2つの検出素子とを設けるようにしたので、一方の検出系が障害物などにより遮られても他方の検出系で検出ができるので、死角を生じさせることがない。

#### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による表面形状測定装置の一実施例を示す斜視図である。

【図2】従来の表面変位測定装置の一例を示す光学系統図である。

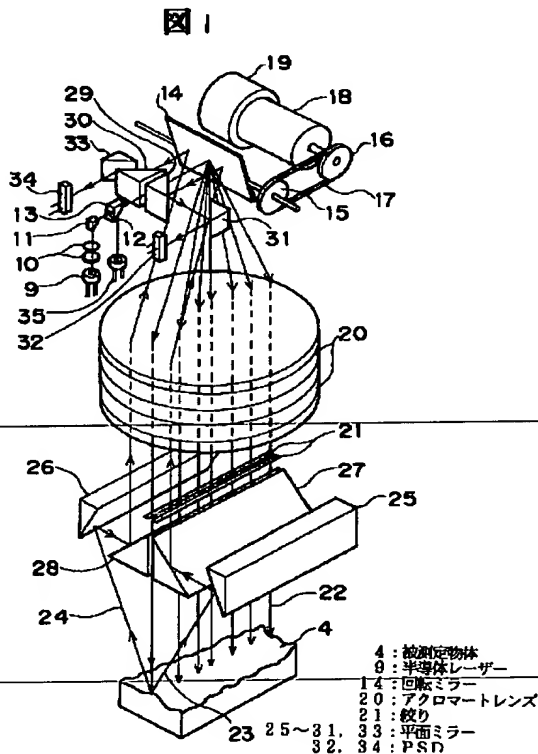
#### 【符号の説明】

- 1, 9 半導体レーザー
- 2 コリメートレンズ
- 3 合焦レンズ

- \* 4 被測定物体
- 5 入射光
- 6 反射光
- 7 集光レンズ
- 8 位置検出素子
- 10 コリメートレンズ
- 11, 13 平面ミラー
- 12 ピンホール
- 14 回転ミラー
- 10 15, 16 プーリ
- 17 タイミングベルト
- 18 DCモータ
- 19 エンコーダ
- 20 アクロマートレンズ
- 21 絞り
- 22 投下光
- 23, 24 反射光
- 25, 26, 27, 28, 29 平面ミラー
- 30, 31, 33 平面ミラー
- 20 32, 34 PSD
- 35 フォトトランジスタ

\*

【図1】



【図2】

